

## 明 細 書

## サーボ位置調整方法およびサーボ位置調整装置

## 技術分野

[0001] 本発明は記録可能な情報記録媒体への光学情報の記録を行う際のサーボ位置調整方法およびサーボ位置調整装置に関する。

## 背景技術

[0002] レーザ光を照射して光ディスクにデジタル情報の記録を行う光ディスク装置においては、装置や記録媒体に個体差があり、それにより記録する信号や再生する信号の品質が低下する場合がある。

このような個体差による信号品質の低下を防ぐため、記録媒体の装着時などにサーボ位置調整を行い、固有の光ディスク装置と記録媒体に最適なサーボ位置の探索を行っている。

図7に従来の技術としての光ディスクの構成を示す。図7において701は光ディスク、702はトラック、703は凹凸ビットである。

図7に示すように、光ディスク701は、スパイラル状に形成された複数の溝状のトラック702を有し、トラック702に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータの記録が行われる。

また、凹凸ビット703には、光ディスクの記録可能な容量や記録時の照射パワー等のディスク情報が記録されている。従来、ユーザデータの記録に当たって、まず凹凸ビットの領域を再生して、サーボ位置の調整が行われている。例えば、フォーカス位置の調整では、フォーカス位置を変更するごとに、凹凸ビット列703を再生してジッタ値を取得し、最もジッタ値が低くなるフォーカス位置が選択される。また、レンズチルト位置の調整では、レンズチルト位置を変更するごとに、凹凸ビット列703を再生してジッタ値を取得し、最もジッタ値が低くなるレンズチルト位置が選択されている。なお、上記のサーボ位置調整は、全面が凹凸ビットの再生専用ディスクの場合でも同様である。

特許文献1: 特開平8-45081号公報

## 発明の開示

### [0003] (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、例えば、BD(Blu-ray Disc)では、トラックの蛇行形状を変化させることによりディスク情報が形成されている。このように、凹凸ピット702が形成されていない光ディスクにおいては、従来の技術では正確なサーボ調整位置を決定することが困難である。

本発明は上記課題に鑑み、凹凸ピット列が存在しない光ディスクにおいても、最適なサーボ調整位置を決定するためのサーボ位置調整方法およびサーボ位置調整装置を提供することを目的とする。

### (課題を解決するための手段)

この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法は、複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際のサーボ位置調整方法において、第1のサーボ位置調整ステップと、記録ステップと、第2のサーボ位置調整ステップとを備えている。記録ステップは、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録する。第2のサーボ位置調整ステップは、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。

本発明では、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行う。また、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。これにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録を行うことができる。

また、第1のサーボ位置調整ステップと第2のサーボ位置調整ステップとは、異なる評価指標に基づいてサーボ位置を調整する。

また、第1のサーボ位置調整ステップは、トラッキングエラーに対する評価指標が最良となるようにサーボ位置を調整する。

例えば、サーボ位置は、光ビームがトラック方向の分割線で2分割されるように配置された受光素子から出力される2つの信号の差動成分が最大となる位置付近に調整される。

また、第2のサーボ位置調整ステップは、所定の再生信号処理方式における再生信号に対する評価指標が最良となるようにサーボ位置を調整する。

ここで、所定の再生信号処理方式とは、例えば、記録されたユーザデータを再生する場合に用いられる再生信号処理方式である。

本発明では、最終的に得られるサーボ位置は、信号の再生や記録に適切な位置となる。このため、ユーザデータをさらに正しく記録することが可能となる。

また、第2のサーボ位置調整ステップは、PRML誤差指標Mが最小となるようにサーボ位置を調整する。

本発明では、特にPRML方式を用いてユーザデータの再生が行われる場合に有効である。

また、第1のサーボ位置調整ステップあるいは第2のサーボ位置調整ステップでは、フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置の内の少なくとも一つの調整を行う。

また、記録ステップにおける記録条件は、テスト記録により決定される。

本発明では、記録ステップにおける記録がより適切に行われる。このため、記録されたトラックを再生することにより行われる第2のサーボ位置調整がより適切に行われる。

また、記録条件は、所定の信号を記録する際のレーザの照射パワーとパルス位置との少なくとも一つに対する条件を含んでいる。

例えば、オリジナル信号のマーク部の長さに応じて数が調整される複数の駆動パルスを用いて光ビームを該トラックの記録面に照射する際の、照射パワーとパルス位置の少なくとも一つを決定する。

本発明のサーボ位置調整装置は、複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際の

サーボ位置を調整するサーボ位置調整装置において、第1のサーボ位置調整手段と、記録手段と、第2のサーボ位置調整手段とを備えている。記録手段は、第1のサーボ位置調整後に所定の信号の記録を行う。第2のサーボ位置調整手段は、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。

本発明では、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行う。また、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。これにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録を行うことができる。

#### (発明の効果)

本発明のサーボ位置調整方法は、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行う。本発明のサーボ位置調整方法は、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。これにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録や再生を行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0004] [図1]本発明の実施の形態における光ディスク装置のブロック図
- [図2]本発明の実施の形態における再生部のブロック図
- [図3]本発明の実施の形態における状態遷移図
- [図4]本発明の実施の形態におけるトレリス図
- [図5]復号結果の信頼性を示すPa-Pbの分布図
- [図6]本発明の実施の形態における光ディスクの平面図
- [図7]従来例における光ディスクの平面図
- [図8]本発明の実施の形態における光パルス波形の説明図
- [図9]本発明の実施の形態における記録方式の説明図

[図10]本発明の実施の形態における再生部のブロック図

[図11]本発明の光ヘッドの構成を示す図

[図12]本発明の実施の形態におけるフローチャート図

[図13]本発明の実施の形態におけるトラッキングエラー信号を評価指標とする場合のサーボ位置決定について説明する説明図

[図14]第1のサーボ位置調整ステップを行わない場合のPRML誤差指標Mの値の分布を示す図

[図15]本発明のサーボ位置調整方を行う場合のPRML誤差指標Mの値の分布を示す図

#### 符号の説明

- [0005]   101   光ディスク  
          102   光ヘッド  
          104   再生部B  
          108   記録再生条件決定部  
          109   記録補償回路  
          112   レーザ駆動回路  
          111   記録パワー設定部  
          115   再生部A  
          117   サーボ位置設定部  
          201   プリアンプ  
          204   波形等化器  
          205   A/D変換器  
          206   デジタルフィルタ  
          207   ビタビ復号器  
          208   差分メトリック解析器  
          601   グルーブトラック  
          701   光ディスク  
          702   トラック

703 凹凸ピット

1004 演算器

### 発明を実施するための最良の形態

[0006] 以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。

#### <構成>

図1に本発明の実施の形態における光ディスク装置の構成を示す。図1において、101は光ディスク、102は光ヘッド、104は再生部B、106は復調・ECC回路、108は記録再生条件決定部、109は記録補償回路、111は記録パワー設定部、112はレーザ駆動回路、115は再生部A、117はサーボ位置設定部である。

また、図11に光ヘッド102の構成を示す。図11において、1101は半導体レーザ、1102はコリメートレンズ、1103はビームスプリッタ、1104は凸レンズ、1105は凹レンズ、1106は1/4波長板、1107は対物レンズ、1108はPINフォトダイオードである。

さらに、図6に本実施の形態における光ディスク101のトラック構成図を示す。光ディスク101は溝状のグルーブトラック601に記録領域を有し、前記グルーブトラックが連続スパイラル状につながった光ディスクである。なお、ディスクの構造はこれに限らず、複数のトラックが同心円状に形成されていてもよい。

#### <作用>

光ディスク装置のさらに詳しい構成およびその作用について述べる前に、本発明のサーボ位置調整方法についての概要をフローチャートを用いて説明する。

図12は、本発明のサーボ位置調整方法について説明するフローチャートである。ステップS12aはローディングステップであり、装着されたディスクのローディングを行う。ステップS12bは第1のサーボ位置調整ステップである。ステップS12cは記録ステップであり、所定の信号の記録を行う。ステップS12dは第2のサーボ位置調整ステップであり、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。ステップS12eはユーザデータ記録ステップであり、ステップS12a～S12dにより設定されたサーボ位置でユーザデータの記録を行う。

以下、光ディスク装置のさらに詳しい構成およびその作用について述べるとともに、

図12に示すそれぞれのステップについて、その詳しい動作を説明する。なお、ユーザデータ記録ステップは、本発明特有のものではないため、詳しい説明は省略する。

〈ローディングステップ〉

光ディスク101が光ディスク装置に装着され、ディスクタイプの識別や回転制御等の所定動作の終了後、光ヘッド102は最適記録パワーを設定するためのテスト領域に移動する。なお、テスト領域は、ディスクの最内周もしくは最外周に設けられた、ユーザがデータを記録するユーザ領域以外の領域とする。

〈第1のサーボ位置調整ステップ〉

以下で第1のサーボ位置の調整方法について説明する。光ヘッド102はトラッキングサーボを外した状態でテスト領域を再生する。光ヘッドからの出力信号114は、再生部A115に入力される。

図10に再生部A115のブロック図を示す。図10において1001はプリアンプ、1002はサンプルホールド回路、1003はA/D変換器である。ここで出力信号114は、トラッキングエラー信号であり、光ヘッド102内の、光ビームがトラック方向の分割線で2分割されるように配置された受光素子から出力される2つの信号の差動成分である。

出力信号114は、プリアンプ1001にて増幅され、サンプルホールド回路1002にてピーク値とボトム値がホールドされ、A/D変換器1003にてデジタル値として確定されて、演算器1004にてピーク値とボトム値の差が計算される。この結果として、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116がサーボ位置設定部117に入力される。

サーボ位置設定部117は、光ヘッド102のフォーカス位置1109を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、フォーカス位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となるフォーカス位置を決定する。

同様に、サーボ位置設定部117は、光ヘッド102のレンズチルト位置1110を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、レンズチルト位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となるレンズチルト位置を決定する。なお、レンズチルト位置とは、対物レ

レンズ1107の傾きのことであり、特に半径方向のディスクの傾きを補正するための傾き量である。

なお、BDのような多層ディスクでは、層が切り替わると球面収差が発生することから、球面収差位置の調整が必要となる。この場合も同様に、サーボ位置設定部117は、光ヘッド102の球面収差位置1111を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、球面収差位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となる球面収差位置を決定する。

なお、サーボ位置設定部117は、上記フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置のうち少なくとも1つの調整を行うものであればよく、いずれか2つの、あるいは全ての調整を行うことができるものであってもよい。

なお、本実施の形態では球面収差位置を変更する方法として、凸レンズ1104、凹レンズ1105から構成された球面収差位置補正部を用い、凸レンズ1104の位置1111を変更しているが、球面収差位置の変更方法はこれに限らなくとも良い。

なお、フォーカス位置と球面収差位置は互いに依存関係にあることから、例えば二次元のマップ状にフォーカス位置と球面収差位置を振りながら、トラッキングエラー信号を取得しても良い。これについて、図13を用いて説明を行う。

図13は、フォーカス位置と球面収差位置とに対するトラッキングエラー信号の値(トラッキングエラー信号の振幅)の分布を等高線で示す図である。すなわち、フォーカス位置と球面収差位置とを変化させながらトラッキングエラー信号を測定し、その分布を等高線で示している。図13では、中央付近に図の左上から右下に向かってトラッキングエラー信号の値の大きい部分(等高線の尾根部分)が存在し、中央付近から右上および左下に向かってトラッキングエラー信号の値が小さくなっている。

図13の分布に基づいて、サーボ位置設定部117は、フォーカス位置と球面収差位置の最適値を探索する。

図13(a)を用いて、最適値の探索について説明する。サーボ位置設定部117は、(手順1)フォーカス位置と球面収差位置とを変化させながらトラッキングエラー信号の振幅を測定する。さらに、(手順2)トラッキングエラー信号の振幅の大きいところを通



る直線を近似する(近似直線1a参照)。(手順3)さらに、フォーカス位置が所定の初期値とした場合の球面収差位置を近似直線1a上で求め、このときのフォーカス位置と球面収差位置とを最適なサーボ位置Paとする。なお、(手順3)で設定したフォーカス位置の初期値は、例えば光ディスク装置の工場などで予め設定される値であり、図13(a)では、 $0\mu\text{m}$ に設定されている。

なお、(手順2)～(手順3)は、次のような処理であってもよい。これについて、図13(b)を用いて説明する。すなわち、(手順2'-1)フォーカス位置を所定の初期値(図13(b)では、 $0\mu\text{m}$ )とした場合にトラッキングエラー信号の値が大きくなる球面収差位置の範囲を求める(値v1～値v2)。(手順2'-2)さらに、球面収差位置v1および球面収差位置v2においてトラッキングエラー信号の値が最大となるフォーカス位置をそれぞれ探索する(点p1および点p2)。(手順2'-3)さらに、点p1と点p2とを結ぶ直線をトラッキングエラー信号の振幅の大きいところを通る直線とする(近似直線1b参照)。(手順3')さらに、値v1と値v2の中央値Vbを求め、球面収差位置を中央値Vbとした場合のフォーカス位置を近似直線1b上で求め、このときのフォーカス位置と球面収差位置とを最適なサーボ位置Pbとする。

なお、サーボ位置設定部117は、上記(手順1)、(手順2)、(手順2')を行わないものであってもよい。この場合、予め記憶した近似直線を用いて、(手順3)や(手順3')の処理が行われる。

なお、サーボ位置設定部117は、上記(手順1)、(手順2)、(手順2')を行わず、予め記憶した近似直線上で球面収差位置とフォーカス位置とを変化させながらトラッキングエラー信号の振幅が大きくなる点を探索してもよい。

また、サーボ位置設定部117は、近似直線を利用せず、フォーカス位置と球面収差位置とを探索してもよい。例えば、フォーカス位置の初期値が決まっていれば、フォーカス位置をその初期値に固定した状態で、トラッキングエラー信号の値が最大となる球面収差位置を探索する。さらに、球面収差位置を探索された値に固定した状態で、トラッキングエラー信号の値が最大となるフォーカス位置を探索する。この結果としてのフォーカス位置と球面収差位置とを最適なサーボ位置と決定する。

なお、フォーカス位置と球面収差位置とに対してトラッキングエラー信号を評価指標

とする探査について説明したが、さらに多くのサーボ位置についてのパラメータ(例えば、レンズチルト位置など)を含めた探査も同様に行うことが可能である。

なお、本実施の形態では、第1のサーボ位置調整を行う領域として、最適記録パワーを設定するためのテスト領域を使用しているが、これに限らず、例えば記録の行われない領域を使用しても良い。例えば相変化型の光ディスクでは記録された領域と記録されていない領域では反射率が異なるためにトラッキングエラー信号の振幅も異なる。

従って一部が記録された領域を再生すると、部分的にトラッキングエラー信号の振幅が小さくなるような箇所が存在し、例えば演算器1004が、得られた信号の最大値を選択する等の処理が必要となるが、記録の行われない領域を使用することによりトラッキングエラー信号の振幅は安定し、より簡単にトラッキングエラー信号の振幅を測定することができる。

なお、本実施の形態では第1のサーボ調整を行うために、トラッキングエラー信号の振幅を検出しているが、他の信号を検出しても良い。

#### 〈記録ステップ〉

次に、第1のサーボ位置調整で求めたサーボ位置にした状態で、所定の信号の記録を行う。記録時には、まず記録パワー設定部111により、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。このときの設定値は光ディスク101に記載されていても良いし、以前にも同じ光ディスクに記録したことがある場合にはそのときに使用した記録パワーであっても良い。

続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお、後述する第2のサーボ位置調整において、フォーカス位置調整の場合は1周の記録でも良いが、レンズチルト位置調整の場合は、隣接トラックからのクロストークの影響も含めて調整することが望ましいため、グルーブトラック3周以上を連続して記録する。また、記録する信号は、変調則に則ったランダム信号が望ましい。

#### 〈第2のサーボ位置調整ステップ〉

記録が終わると、続けて第2のサーボ位置調整が行われる。以下で第2のサーボ位

置の調整方法について説明する。光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が再生部B104に入力される。

図2に再生部B104のブロック図を示す。図2において201はプリアンプ、202はハイパスフィルタ、203はAGC回路、204は波形等化器、205はA/D変換器、206はデジタルフィルタ、207はビタビ復号器、208は差分メトリック解析器である。信号103はプリアンプ201によって増幅され、ハイパスフィルタ202でACカップリングされた後、AGC203に入力される。AGC203では後段の波形等化器204の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。

AGC203から出力された再生信号は波形等化器204によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器205に入力される。A/D変換器205はクロック209で再生信号をサンプリングする。ここでクロック209は、再生信号をPLL(図示せず)に入力することにより抽出される。A/D変換器205でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ206に入力される。デジタルフィルタ206は記録再生系の周波数特性がビタビ復号器207の想定する特性(本実施の形態ではPR(1, 2, 2, 1)等化特性)となるような周波数特性を有する。

デジタルフィルタ206の出力データによりビタビ復号器207は最尤復号を行い、2値化データ105を出力する。デジタルフィルタ206から出力されたデータと、ビタビ復号器207から出力された2値化データ105とは、差分メトリック解析器208に入力される。差分メトリック解析器208は、ビタビ復号器207の2値化データから状態遷移を判別する。さらに、差分メトリック解析器208は、判別結果と、デジタルフィルタ206から出力されたデータとから復号結果の信頼性を示すPRML誤差指標Mを算出する。出力結果107は、サーボ位置設定部117に入力される。

サーボ位置設定部117は、光ヘッド102のフォーカス位置1109を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、フォーカス位置ごとにPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となるフォーカス位置を決定する。

同様に、サーボ位置設定部117は、光ヘッド102のレンズチルト位置1110を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、レンズチルト位置ごと

にPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となるレンズチルト位置を決定する。なお、レンズチルト位置とは、対物レンズ1107の傾きのことであり、特に半径方向のディスクの傾きを補正するための傾き量である。

なお、BDのような多層ディスクでは、層が切り替わると球面収差が発生することから、球面収差位置の調整が必要となる。この場合も同様に、サーボ位置設定部117は、光ヘッド102の球面収差位置1111を変化させるための信号118を出力する。サーボ位置設定部117は、球面収差位置ごとにPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となる球面収差位置を決定する。

なお、サーボ位置設定部117は、上記フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置のうち少なくとも1つの調整を行うものであればよく、いずれか2つの、あるいは全ての調整を行うことができるものであってもよい。また、サーボ位置の調整は、再生部A115から出力された信号116を用いて調整されたのと同じ種類のサーボ位置を調整するものであってもよいし、異なる種類のサーボ位置を調整するものであってもよい。

なお、本実施の形態では球面収差位置を変更する方法として、凸レンズ1104、凹レンズ1105から構成された球面収差位置補正部を用い、凸レンズ1104の位置1111を変更しているが、球面収差位置の変更方法はこれに限らなくとも良い。

なお、フォーカス位置と球面収差位置は互いに依存関係にあることから、例えば二次元のマップ状にフォーカス位置と球面収差位置を振りながら、PRML誤差指標Mを取得しても良い。

なお、本実施の形態では、PRML誤差指標Mが最小となるサーボ位置を設定しているが、PRML誤差指標Mが所定の値以下となるサーボ位置の範囲の中心に設定しても良い。

なお、PRML誤差指標Mを評価指標とするサーボ位置の探査は、トラッキングエラー信号を評価指標とする場合と同様であるため（例えば、図13を用いて説明したのと同様であるため）、ここでは説明を省略する。

#### <効果>

本実施の形態では、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2

段階のサーボ位置調整を行う。また、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。これにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録を行うことができる。

図14と図15とを用いて、これについてさらに説明を加える。図14と図15とは、フォーカス位置と球面収差位置とに対するPRML誤差指標Mの分布を等高線で示す図である。すなわち、フォーカス位置と球面収差位置とを変化させながらPRML誤差指標Mを測定し、その分布を等高線で示している。

図14は、第2のサーボ位置調整のみを行った場合、すなわち、第1のサーボ位置調整(図13:ステップS13a参照)を行わない場合のPRML誤差指標Mの値の分布を示す図である。図15は、本実施の形態で説明したサーボ位置調整方法を行った場合のPRML誤差指標Mの値の分布を示す図である。

図14および図15では、それぞれの図の中心付近でPRML誤差指標Mが最小となっており、図の外周に向けてPRML誤差指標Mが大きな値になっている。また、図14の符号14aと、図15の符号15aとは、同じ値のPRML誤差指標Mを示している。すなわち、図14では、全体的にPRML誤差指標Mの値が悪くなるとともに、中心付近の分布がばやけている。このため、図14では、PRML誤差指標Mが最小となる位置が不明確となっている。本願発明者の調査により、この現象は、所定の信号のテスト記録が適切に行われていないことに主に起因していると考えられる。

一方、図15では、図の中心付近にPRML誤差指標Mの明確なピークを有している。すなわち、第1のサーボ位置調整を行った後にテスト記録を行うため、所定の信号のテスト記録が適切に行われており、記録された信号を再生することにより行われる第2のサーボ位置調整も適切に行われる。よって、正しいサーボ位置を特定することが可能となる。

また、本実施の形態では、第1のサーボ位置調整をトラッキングエラー信号を用いて行い、第2のサーボ位置調整を記録されたトラックを再生することにより行う。トラッキングエラー信号は光ディスク101の溝形状に依存し、トラッキングエラー信号を取

得することによって、大まかなサーボ位置を決定することはできるが、必ずしも信号を記録再生する際の最適なサーボ位置になっていない。特にBDのように、光ヘッド102における対物レンズのNA (Numerical Aperture) が0.85程度と大きい場合には、微小なサーボ位置のずれが信号品質を大きく低下させるので、本実施の形態における第2のサーボ位置調整のように、信号の記録されたトラックを再生して、最適なサーボ位置を決定することが有効である。

また、第1のサーボ位置調整をトラッキングエラー信号を用いて行い、第2のサーボ位置調整を記録されたトラックを再生することに行うことには、次のような効果がある。例えば、第1のサーボ位置調整および第2のサーボ位置調整において同じ評価指標を用いてサーボ位置の調整を行う場合、より具体的には、第1のサーボ位置調整で粗い精度のサーボ位置調整を行い、第2のサーボ位置調整で細かい精度のサーボ位置調整を行う場合、最終的に得られたサーボ位置が信号の再生や記録に適切な位置である保証は無く、一般的には、信号の再生や記録に最適なサーボ位置から離れた位置に決定すると考えられる。

一方、本実施の形態で示したように、第1のサーボ位置調整をトラッキングエラー信号を用いて行い、第2のサーボ位置調整を記録されたトラックを再生することによって行くと、最終的に得られたサーボ位置は、トラッキングサーボも安定し、かつ信号の再生や記録に適切な位置となる。このため、ユーザデータをさらに正しく記録することが可能となる。

なお、第1のサーボ位置調整を行うことにより、第1のサーボ調整の後での信号の記録時や、第2のサーボ位置調整時におけるトラッキング外れや、フォーカス外れの発生を防止することができる。

また、第1のサーボ位置調整を行って大まかなサーボ位置の範囲を決定することにより、第2のサーボ位置調整を行う範囲を特定することができるので、短時間でサーボ位置の調整を行うことができる。

#### <PRMLについて>

以下でPRML誤差指標Mについて説明する。まず、最尤復号法を用いた場合の再生信号品質の評価方法について述べる。最尤復号法とは一般的に、再生波形の

再生パターンを予め推定しておいて、再生波形と推定波形を比較しながら、どのパターンに最も近いかを判定し、復号する方法である。例として記録符号として最小極性反転間隔が2の符号を用いる場合について述べる。また、記録系の周波数特性と再生系の周波数特性が合わせてPR(1, 2, 2, 1)等化となるように波形整形される場合について説明する。記録符号 $b_k$ とし、1時刻前の記録符号を $b_{k-1}$ と、2時刻前の記録符号を $b_{k-2}$ と3時刻前の記録符号を $b_{k-3}$ とする。PR(1, 2, 2, 1)等化の理想的な出力値を $Level_v$ とすると、 $Level_v$ は(数1)で表される。

[数1]

$$Level_v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k$$

ここで $k$ は時刻を表す整数、 $v$ は0～6までの整数である。

時刻 $k$ での状態を $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$ とすると、(表1)の状態遷移表が得られる。

[表1]

最小反転間隔2とPR(1, 2, 2, 1)の制約から定まる状態遷移表

時刻 $k-1$ での状態 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	時刻 $k$ での状態 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$B_k / Level_v$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0 / 0
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1 / 1
$S(0, 0, 1)$	$S(0, 1, 1)$	1 / 3
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0 / 4
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1 / 5
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0 / 1
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1 / 2
$S(1, 1, 0)$	$S(1, 0, 0)$	0 / 3
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0 / 5
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1 / 6

簡単のために時刻 $k$ での状態 $S(0, 0, 0)_k$ を $S0_k$ 、状態 $S(0, 0, 1)_k$ を $S1_k$ 、状態 $S(0, 1, 1)_k$ を $S2_k$ 、状態 $S(1, 1, 1)_k$ を $S3_k$ 、状態 $S(1, 1, 0)_k$ を $S4_k$ 、状態 $S(1, 0, 0)_k$ を $S5_k$ とすると図3の状態遷移図が得られる。これを時間軸に展開すると図4のトレリス図が得られる。時刻 $k$ での状態 $S0_k$ と時刻 $k-4$ の状態 $S2_{k-4}$ に注目して、状態 $S0_k$ と状態 $S2_{k-4}$ 間でとりうる2つの状態遷移列を示している。1つのとりうる状態遷移列をパスAとすると、パスAは状態 $S2_{k-4}$ 、 $S4_{k-3}$ 、 $S5_{k-2}$ 、 $S0_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移し、もう1つの状態遷移

移列をパスBとするとパスBは状態 $S2_{k-4}$ 、 $S3_{k-3}$ 、 $S4_{k-2}$ 、 $S5_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移する。時刻 $k-6$ から時刻 $k$ までの最尤復号結果を $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k)$ とすると、 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ となる復号結果( $x$ は0または1の値)が得られた場合には、パスAまたはパスBの状態遷移が最も確からしいと推定されたこととなる。パスA、パスBであっても時刻 $k-4$ における状態 $S2_{k-4}$ の確からしさは同じであるから、パスAとパスBそれぞれの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値によってパスAとパスBのどちらかの状態遷移列が確からしいことになる。パスAの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値を $P_a$ とすると $P_a$ は(数2)となり、パスBの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値を $P_b$ とすると $P_b$ は(数3)となる。

[数2]

$$P_a = (y_{k-3} - 4)^2 + (y_{k-2} - 3)^2 + (y_{k-1} - 1)^2 + (y_k - 0)^2$$

[数3]

$$P_b = (y_{k-3} - 5)^2 + (y_{k-2} - 5)^2 + (y_{k-1} - 3)^2 + (y_k - 1)^2$$

ここで復号結果の信頼性を示す $P_a$ と $P_b$ の差 $P_a - P_b$ の意味について述べる。最尤復号回路は $P_a < P_b$ であれば、パスAを自信を持って選択し、 $P_a > P_b$ であればパスBを自信を持って選択したといえる。また、 $P_a = P_b$ であればパスA、パスBのいずれを選択してもおかしくなく、復号結果が正しいかどうかは5分5分であるといえる。このようにして所定の時間あるいは所定の回数、復号結果から $P_a - P_b$ を求めると $P_a - P_b$ の分布が得られる。 $P_a - P_b$ の分布の模式図を図5に示す。

図5(a)は再生信号にノイズが重畳された場合の $P_a - P_b$ の分布を示している。分布には2つのピークがあり、1つは $P_a = 0$ となるときに頻度が極大となり、もう1つは $P_b = 0$ となるときに頻度が極大となる。 $P_a = 0$ となるときに $P_a - P_b$ の値を $-P_{std}$ 、 $P_b = 0$ となるときに $P_a - P_b$ の値を $P_{std}$ と表すことにする。 $P_a - P_b$ の絶対値をとり、 $|P_a - P_b|$



$-P_{std}$ を求めると図5(b)のような分布が得られる。この分布の標準偏差 $\sigma$ と平均値 $P_{ave}$ を求める。この分布が正規分布であるとする、例えば、復号結果の信頼性 $|P_a - P_b|$ が $-P_{std}$ 以下となる確率である誤り確率 $P(\sigma, P_{ave})$ は、 $\sigma$ と $P_{ave}$ から(数4)のように求めることができる。

[数4]

$$P(\sigma, P_{ave}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

従って $P_a - P_b$ の分布から求めた平均値 $P_{ave}$ と標準偏差 $\sigma$ から最尤復号方式による2値化結果の誤り率を予想することができる。つまり平均値 $P_{ave}$ と標準偏差 $\sigma$ を再生信号品質の指標とすることができる。なお、上記の例では $|P_a - P_b|$ の分布が正規分布となることを仮定したが、分布が正規分布でない場合には、 $|P_a - P_b| - P_{std}$ の値が所定の基準値以下になる回数をカウントすることでカウント数によって信号品質の指標とすることも可能である。

最小極性反転間隔が2であることとPR(1, 2, 2, 1)等化を用いた状態遷移則の場合、状態が所定の状態から所定状態へ遷移し、このとき2つの状態遷移列をとりうるような組み合わせは、例えば時刻 $k-4$ から時刻 $k$ の範囲では8パターン存在し、時刻 $k-5$ から時刻 $k$ の範囲でも8パターン存在するが、ここで重要なのは、信頼性 $P_a - P_b$ を再生信号品質の指標とするため、誤る可能性が大のパターンのみを検出すれば、すべてのパターンを検出しなくても、誤り率と相関のある指標とすることができる。ここで、誤る可能性が大のパターンとは、信頼性 $P_a - P_b$ の値が小のパターンであり、 $P_a - P_b = \pm 10$ の8パターンである。この8パターンについて、 $P_a - P_b$ についてまとめると(表2)のようになる。

[表2]

2つの遷移をとりうる最短の状態遷移の組み合わせ

状態遷移	復号結果の信頼性 $P_a - P_b$	
	$P_a = 0$ のとき	$P_b = 0$ のとき
$S_{2_{k-4}} \rightarrow S_{0_k}$	-10	+10
$S_{3_{k-4}} \rightarrow S_{0_k}$	-10	+10
$S_{2_{k-4}} \rightarrow S_{1_k}$	-10	+10
$S_{3_{k-4}} \rightarrow S_{1_k}$	-10	+10
$S_{0_{k-4}} \rightarrow S_{4_k}$	-10	+10
$S_{5_{k-4}} \rightarrow S_{4_k}$	-10	+10
$S_{0_{k-4}} \rightarrow S_{3_k}$	-10	+10
$S_{5_{k-4}} \rightarrow S_{3_k}$	-10	+10

上記8通りの復号結果の信頼性  $P_a - P_b$  をまとめると(数5)が得られる。

[数5]

Pattern-1

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-2

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 0)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-3

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 1)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-4

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 1)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-5

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 0)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-6

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 0)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-7

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 1)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

Pattern-8

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 1)$  のとき

$Pa-Pb$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

ここで  $A = (y_k - 0)^2$ ,  $B = (y_k - 1)^2$ ,  $C = (y_k - 2)^2$ ,  $D = (y_k - 3)^2$ ,  $E = (y_k - 4)^2$ ,  $F_k = (y_k - 5)^2$ ,  $G = (y_k - 6)^2$  とする。最尤復号結果  $c_k$  から (数5) を満たす  $Pa-Pb$  を求め、その分布から標準偏差  $\sigma_{10}$  と平均値  $Pave_{10}$  を求める。正規分布であると仮定するとそれぞれ誤りを起こす確率  $P_{10}$  は (数6) となる。

[数6]

$$P_{10}(\sigma_{10}, Pave_{10}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{10 + Pave_{10}}{\sigma_{10}}\right)$$

この8パターンは、1ビットシフトエラーを起こすパターンで、他のパターンは、2ビット以上のシフトエラーを起こすパターンである。PRML処理後のエラーパターンを分析すると、ほとんどが1ビットシフトエラーであるため、(数6)を求めることで再生信号の誤り率が推定でき、標準偏差 $\sigma_{10}$ 、平均値 $\text{Pave}_{10}$ を再生信号の品質を示す指標として用いることができる。例えば、上記の指標をPRML誤差指標Mとして、

[数7]

$$M = \frac{\sigma_{10}}{2 \cdot d_{\min}^2} [\%]$$

と定義することができる。但し、 $d_{\min}^2$ は、ユークリッド距離の最小値の2乗であり、本実施の形態の変調符号とPRML方式の組み合わせでは、10となる。また、(数7)における平均値 $\text{Pave}_{10}$ は0と仮定する。

なお、本実施の形態ではPRML誤差指標Mを用いているが、 $\text{Pa-Pb}$ を基にした指標であればこれに限らず他の指標でも良い。

なお、本実施の形態では、記録符号として最小極性反転間隔が2である符号を用いて、PR(1, 2, 2, 1)等化を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、記録符号が(1, 7)変調符号のような最小極性反転間隔が2の場合では上記実施例が適用でき、DVDに使用されている8-16変調符号のような最小極性反転間隔が3である場合ではPR(1, 2, 2, 1)等化により時刻kにおいては6つの状態が存在し、時刻k+1の6つの状態へとり得る状態遷移を8通りに制限される状態遷移則を用いることにより本発明は実施可能である。

従って、最小極性反転間隔が3である符号とPR(C0, C1, C1, C0)等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号とPR(C0, C1, C0)等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号とPR(C0, C1, C2, C1, C0)等化の組み合わせを用いた場合においても適用できる。ここでC0、C1、C2は任意の正の数である。

なお、本実施の形態では、第2のサーボ位置調整を行う際の指標としてPRML誤差指標Mを用いているが、指標はジッタやBER(Byte Error Rate)等、信号を再生して得られる他の指標であっても良い。

<学習による記録条件の決定について>

また、本実施の形態では、第1のサーボ位置調整で求めたサーボ位置にした状態で、所定の信号の記録を行うが、記録の前にテスト記録を行って記録条件を決定しても良い。

テスト記録により最適化された記録条件で記録を行うことで、第2のサーボ位置調整を行うトラックに記録される信号品質が向上し、より正確に第2のサーボ位置調整を実施することができる。

なお、記録条件としては、複数の駆動パルスを用いて光ビームをトラックに照射する際の照射パワーやパルス位置がある。以下で記録時の光波形を決定する際の動作について説明する。

図8に本実施の形態において記録時に光ヘッド102から出力される光波形を示す。なお、本実施の形態では、Run Length Limited(1, 7)変調方式のデータをマークエッジ記録方式で記録するものとする。この場合、最短の2Tから最長の8Tまでの基準周期であるT毎に7種類のマークおよびスペースが存在する。なお、記録方式はこれに限らず他の記録方式でも良い。

図8に示すように、照射パワーとしては、ピークパワー(Pw)、バイアスパワー(Pe)、ボトムパワー(Pbw)がある。パルス位置としては、Ttop、dTtop、Tmp、dTeがある。2Tマークの記録は1つのパルスで行い、3Tマークの記録は2つのパルスで行い、以下マーク長がT長くなる毎にパルスが1つ増える。本実施の形態ではピークパワー(Pw)、バイアスパワー(Pe)、ボトムパワー(Pbw)は全マーク共通であり、Tmpは全マーク共通であり、Ttop、dTtop、dTeは2T、3T、4T以上の分類で設定できるものとするが、分類方法はこれに限らなくても良い。また、光波形を決定するパラメータも本実施の形態に限らなくても良い。

照射パワーを決定する際には、まず記録パワー設定部111により、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお、記録する信号は8Tマークと8Tスペースが連続した信号とし、図9に示すように1周で例えばA、B、C、Dの4条件で記録パ

ワーを変えて記録する。

なお、このときピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーの比は一定とする。1周にかけて4条件を複数回繰り返すことにより、光ディスク101の周方向のチルトばらつきを吸収することができる。

記録が終了すると、光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生する。再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が出力され、再生部B104に入力される。信号103は、ブリアンプ201で増幅され、サンプルホールド回路219で8T信号のピーク値とボトム値がホールドされ、A/D変換器210にてピーク値とボトム値がデジタル値として確定され、演算器211にて例えば8T信号の変調度が計算されて、信号120が記録再生条件決定部108に入力される。記録再生条件決定部108は、A、B、C、Dの変調度を基に最適な記録パワーを決定する。

なお、本実施の形態において、演算器211では再生信号の変調度を計算したが、変調度以外にも振幅や、アシンメトリでも良い。また、本実施の形態では8T単一信号の変調度を基に記録時の照射パワーを決定しているが、照射パワーの決定方法はこれに限らず、ランダム信号のジッタやBERや、PRML誤差指標Mを基に決定しても良い。

なお、本実施の形態ではピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーの比は一定としているが、ピークパワーやバイアスパワーやボトムパワーを独立に決定しても良い。例えばピークパワーを決定する際には、バイアスパワー、ボトムパワーを固定にするというように、それぞれのパワーを個別に決定しても良い。

また、パルス位置を決定する際には、まず記録パワー設定部111により、決定されたピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお、記録する信号はランダム信号とし、図9に示すように1周で例えばA、B、C、Dの4条件でパルス位置を変えて記録する。1周にかけて4条件を複数回繰り返すことにより、光ディスク101の周方向のチルトばらつきを吸収することができる。パルス位置の変更方法としては、例え

ば3T信号のdTeを1nsずつ4通りに変更させる。

記録が終了すると、光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生する。再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が出力され、再生部B104に入力される。再生部B104において、信号103はプリアンプ201によって増幅され、ハイパスフィルタ202でACカップリングされた後、AGC203に入力される。AGC203では後段の波形等化器204の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。

AGC203から出力された再生信号は波形等化器204によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器205に入力される。A/D変換器205はクロック209で再生信号をサンプリングする。ここでクロック209は、再生信号をPLL(図示せず)に入力することにより抽出される。A/D変換器205でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ206に入力される。デジタルフィルタ206は記録再生系の周波数特性がビタビ復号器207の想定する特性(本実施の形態ではPR(1, 2, 2, 1)等化特性)となるような周波数特性を有する。

デジタルフィルタ206の出力データによりビタビ復号器207は最尤復号を行い、2値化データ105を出力する。デジタルフィルタ206から出力されたデータと、ビタビ復号器207から出力された2値化データ105とは、差分メトリック解析器208に入力される。差分メトリック解析器208は、ビタビ復号器207の2値化データから状態遷移を判別する。さらに、差分メトリック解析器208は、判別結果と、デジタルフィルタ206から出力されたデータとから復号結果の信頼性を示すPRML誤差指標M((数7)参照)を算出し、出力結果107が記録再生条件決定部108に入力される。

このときA、B、C、Dの条件毎に平均したMの値が得られるが、最もPRML誤差指標Mが小さい条件を以降の3T信号におけるdTeのパルス位置条件と決定する。以下同様に例えば3T信号のTtop、3T信号のdTtop、2T信号のdTe、2T信号のTtop、2T信号のdTtopの順にパルス位置を決定する。

なお、本実施の形態において、ランダム信号のPRML誤差指標Mを基にパルス位置を決定しているが、パルス位置の決定方法はこれに限らず、ランダム信号のジッタやBERを基に決定しても良い。

以上のように、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行う。また、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。これにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録や再生を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録や再生を行うことができる。

特にBDのように、光ヘッド102における対物レンズのNA (Numerical Aperture) が0.85程度と大きい場合には、微小なサーボ位置のずれが信号品質を大きく低下させるので、本実施の形態のような2回のサーボ位置調整が有効である。

さらに、本実施の形態では、所定の信号を記録する際には記録の前にテスト記録を行って記録条件を決定する。これにより、記録されたトラックを再生することによりサーボ位置調整を行う第2のサーボ位置調整において、より適切に記録された信号を再生してサーボ位置調整を行うことが可能となる。このため、より適切にサーボ位置を調整することが可能となる。

なお、本実施の形態は、凹凸ピット列が存在しない光ディスクについて説明したが、凹凸ピット列が存在する光ディスクに対しても本発明を適用することが可能である。すなわち、凹凸ピットのないトラックを使用して第1のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に記録を行い、さらに第2のサーボ位置調整を行っても良い。また、凹凸ピットを使用して第1のサーボ位置調整を行った後に、第1のサーボ位置調整後の記録と、第2のサーボ位置調整とを行っても良い。

なお、本実施の形態のように2回のサーボ位置調整を行った後で、再度テスト記録を行い、複数の駆動パルスを用いて光ビームをトラックに照射する際の照射パワーやパルス位置等の記録条件を決定しても良い。これにより、より正しいサーボ位置で記録条件を決定することが可能となり、より正確にユーザデータの記録を行うことができる。

#### <その他>

上記実施形態で図を用いて説明した装置において、各機能ブロックは、LSIなどの半導体装置により個別に1チップ化されても良いし、一部または全部を含むように1チ



ップ化されても良い。

具体的には、図1における再生部A115、再生部B104、記録再生条件決定部108、記録パワー設定部111、サーボ位置設定部117は、1チップ化され、サーボ位置調整装置を形成してもよい。なお、再生部A115とサーボ位置設定部117とにより、第1のサーボ位置調整手段が形成される。記録再生条件決定部108と記録パワー設定部111とにより第1のサーボ位置調整後に所定の信号の記録を行う記録手段が形成される。再生部B104とサーボ位置設定部117とにより、所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う第2のサーボ位置調整手段が形成される。

なお、ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用しても良い。

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適応等が可能性としてありえる。

#### 産業上の利用可能性

[0007] 本発明の光学情報の記録方法は、光ディスクへの高密度記録を行う際に有用である。

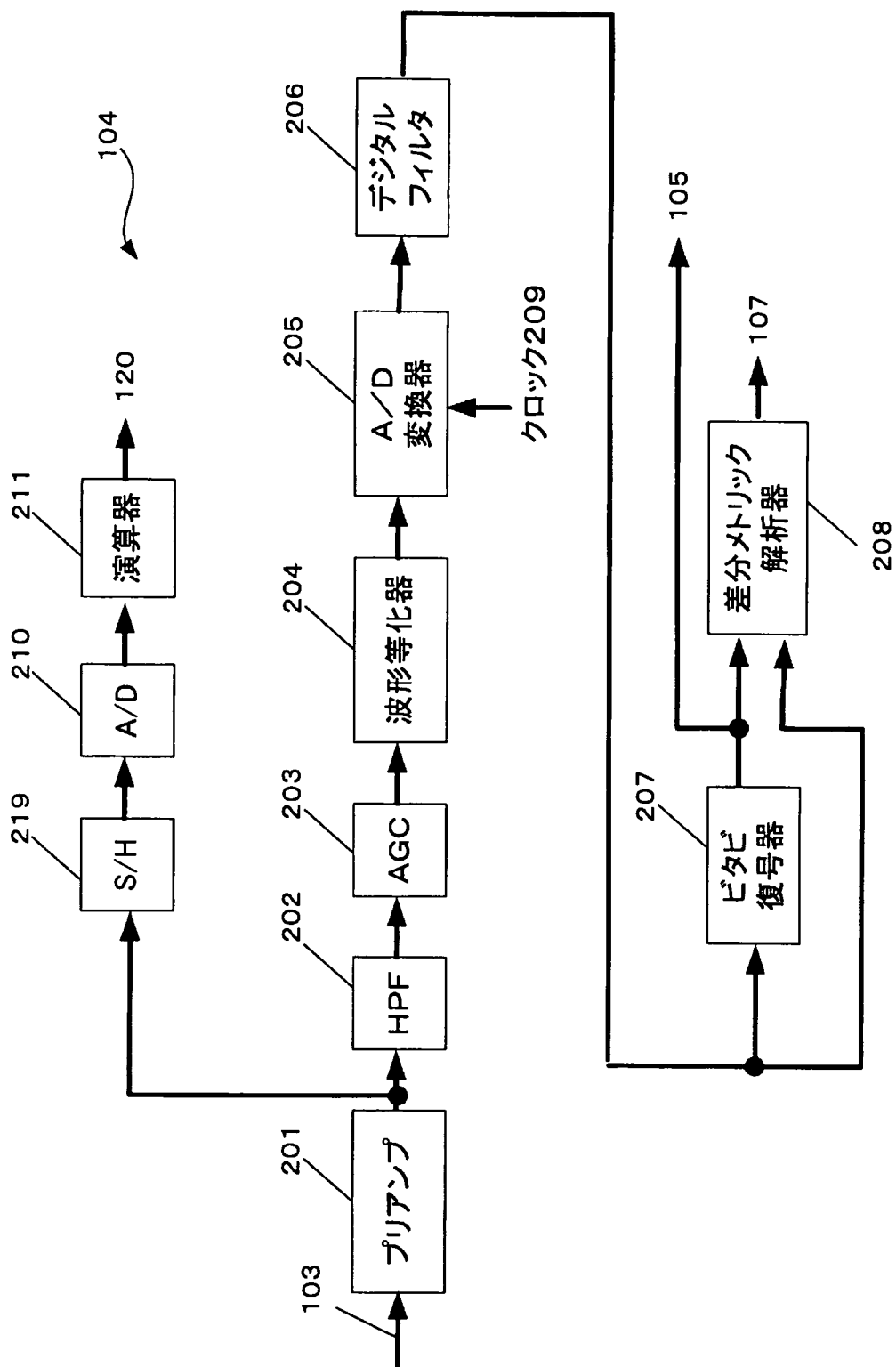
## 請求の範囲

- [1] 複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際のサーボ位置調整方法において、
- 第1のサーボ位置調整ステップと、
- 第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録する記録ステップと、
- 前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う第2のサーボ位置調整ステップと、
- を備えるサーボ位置調整方法。
- [2] 前記第1のサーボ位置調整ステップと前記第2のサーボ位置調整ステップとは、異なる評価指標に基づいてサーボ位置を調整する、
- 請求項1に記載のサーボ位置調整方法。
- [3] 前記第1のサーボ位置調整ステップは、トラッキングエラーに対する評価指標が最良となるようにサーボ位置を調整する、
- 請求項2に記載のサーボ位置調整方法。
- [4] 前記第2のサーボ位置調整ステップは、所定の再生信号処理方式における再生信号に対する評価指標が最良となるようにサーボ位置を調整する、
- 請求項2に記載のサーボ位置調整方法。
- [5] 第2のサーボ位置調整ステップは、PRML誤差指標Mが最小となるようにサーボ位置を調整する、
- 請求項4に記載のサーボ位置調整方法。
- [6] 前記第1のサーボ位置調整ステップあるいは前記第2のサーボ位置調整ステップでは、フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置の内の少なくとも一つの調整を行う、
- 請求項1〜5のいずれか一項に記載のサーボ位置調整方法。
- [7] 前記記録ステップにおける記録条件は、テスト記録により決定される、
- 請求項1〜6のいずれか一項に記載のサーボ位置調整方法。

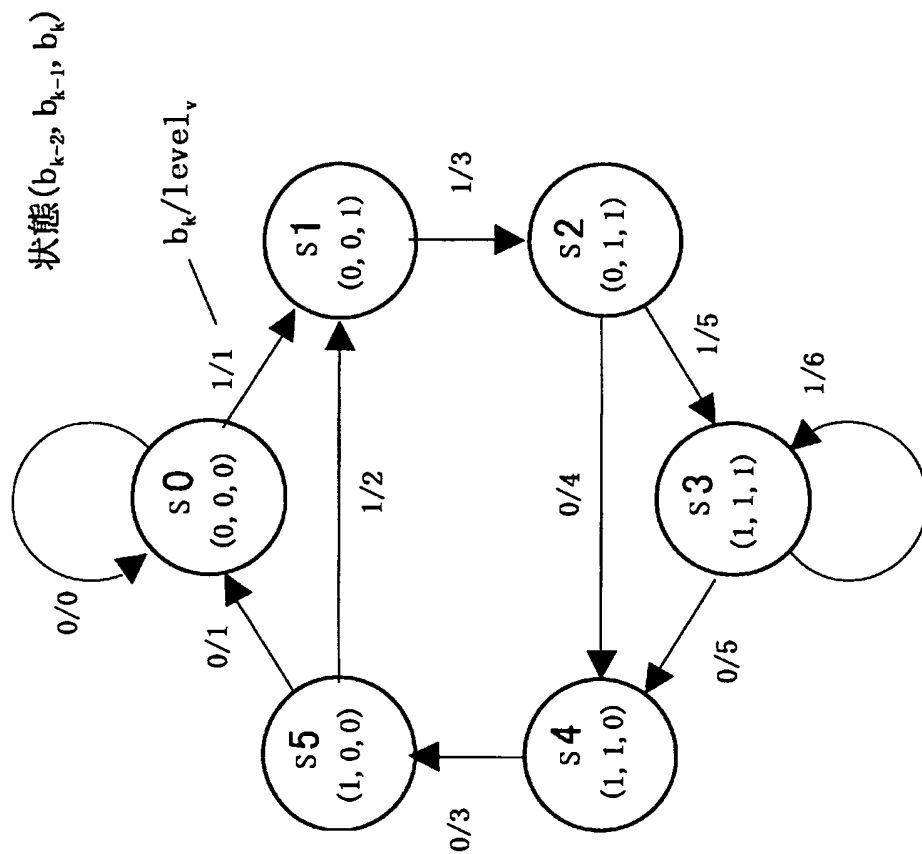
- [8] 前記記録条件は、前記所定の信号を記録する際のレーザの照射パワーとパルス位置との少なくとも一つに対する条件を含んでいる、  
請求項7に記載のサーボ位置調整方法。
- [9] 複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際のサーボ位置を調整するサーボ位置調整装置において、  
第1のサーボ位置調整手段と、  
第1のサーボ位置調整後に所定の信号の記録を行う記録手段と、  
前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う第2のサーボ位置調整手段と、  
を備えるサーボ位置調整装置。



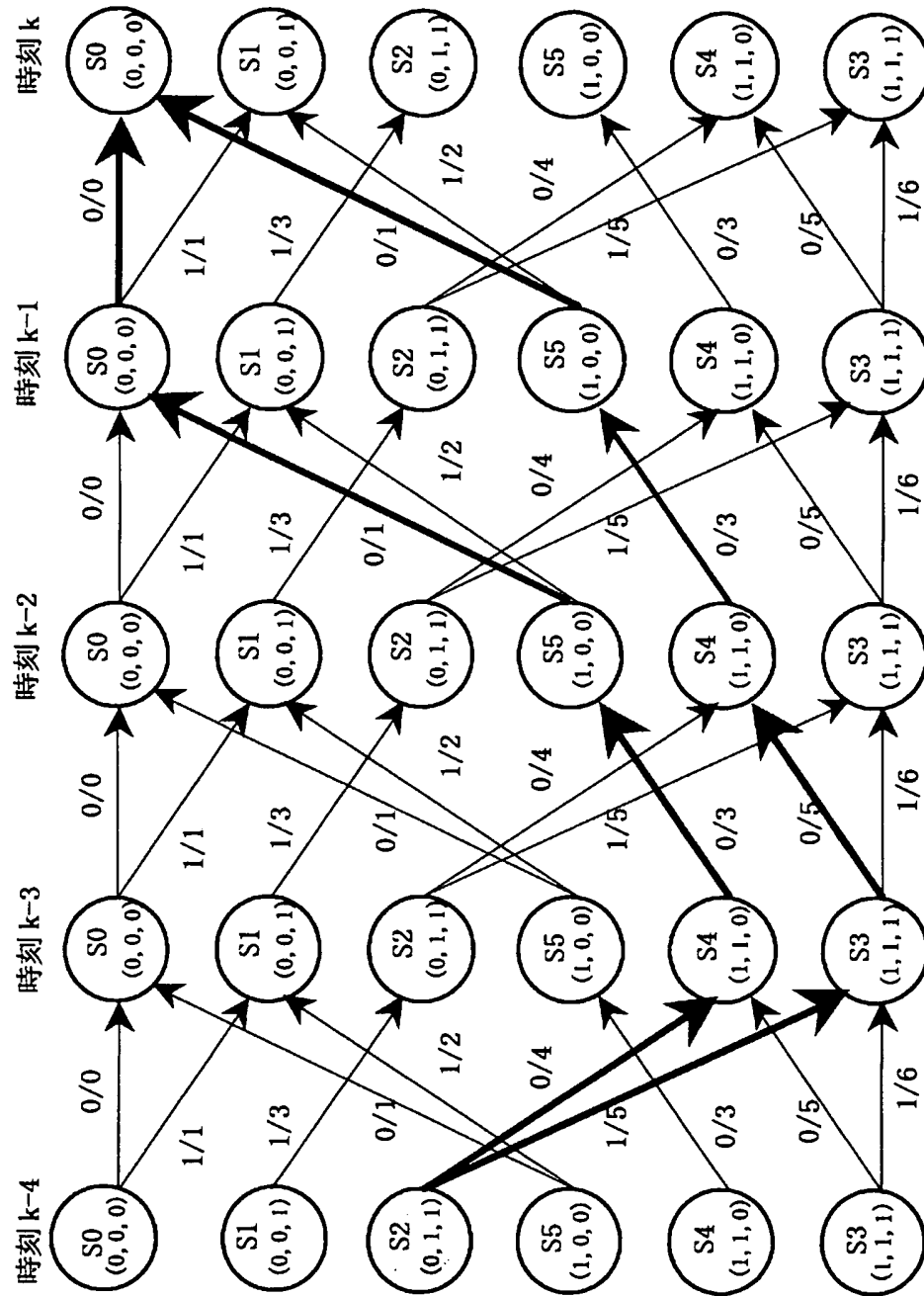
[図2]



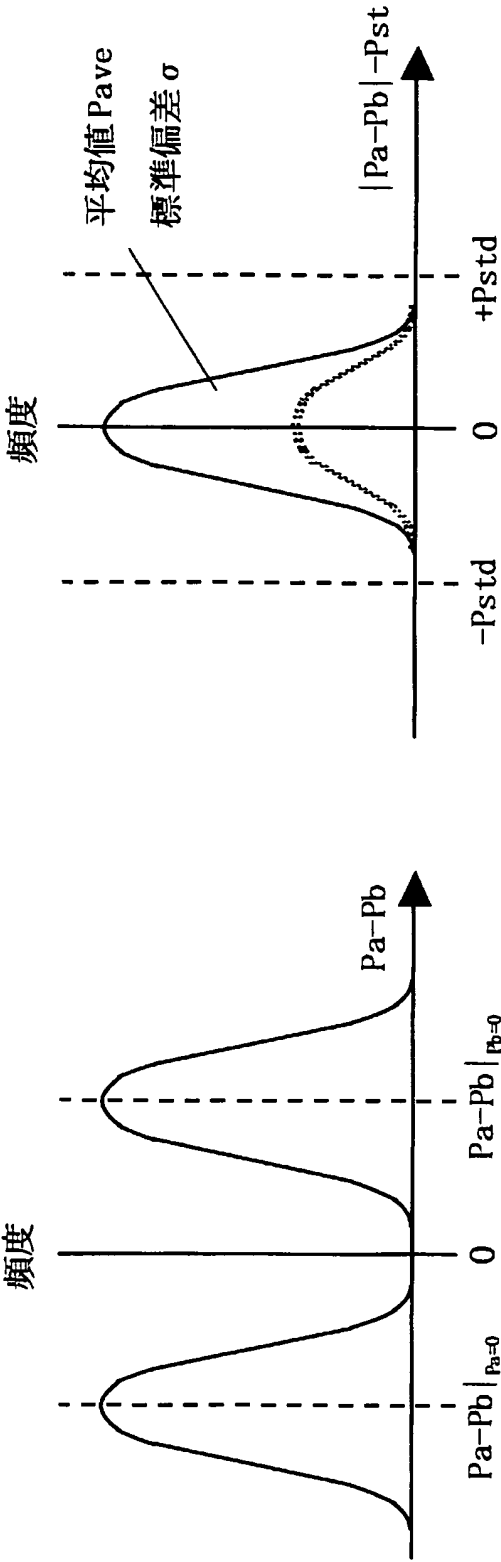
[図3]



[図4]



[図5]

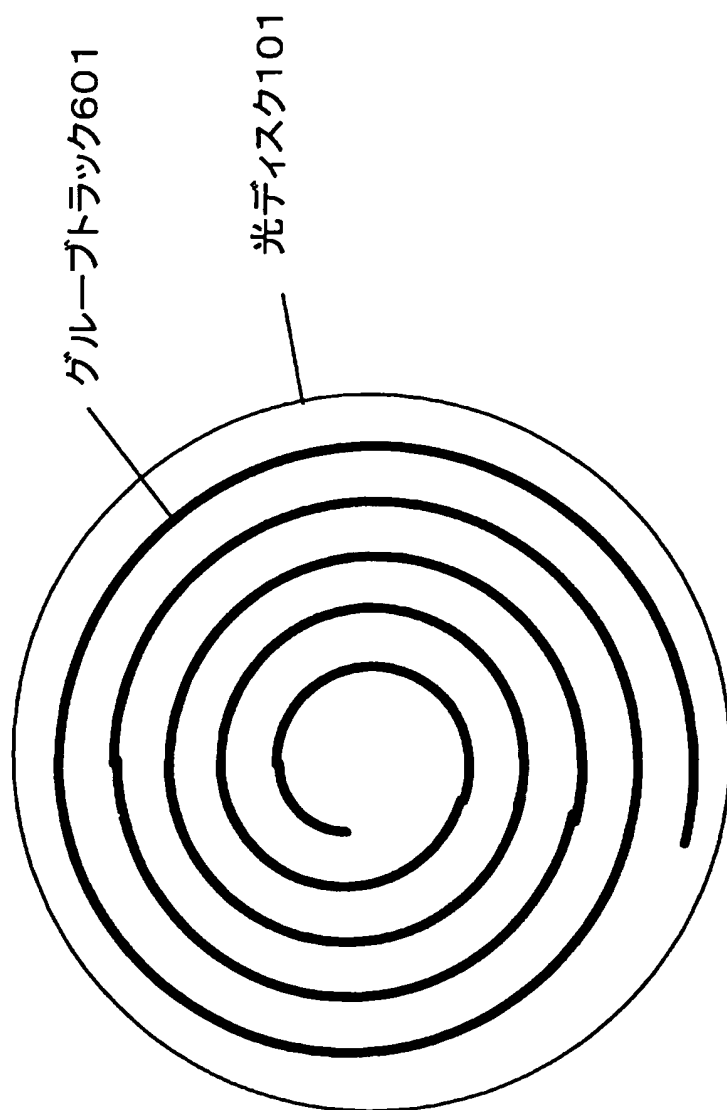


(a)  $P_a - P_b$  の分布の様子

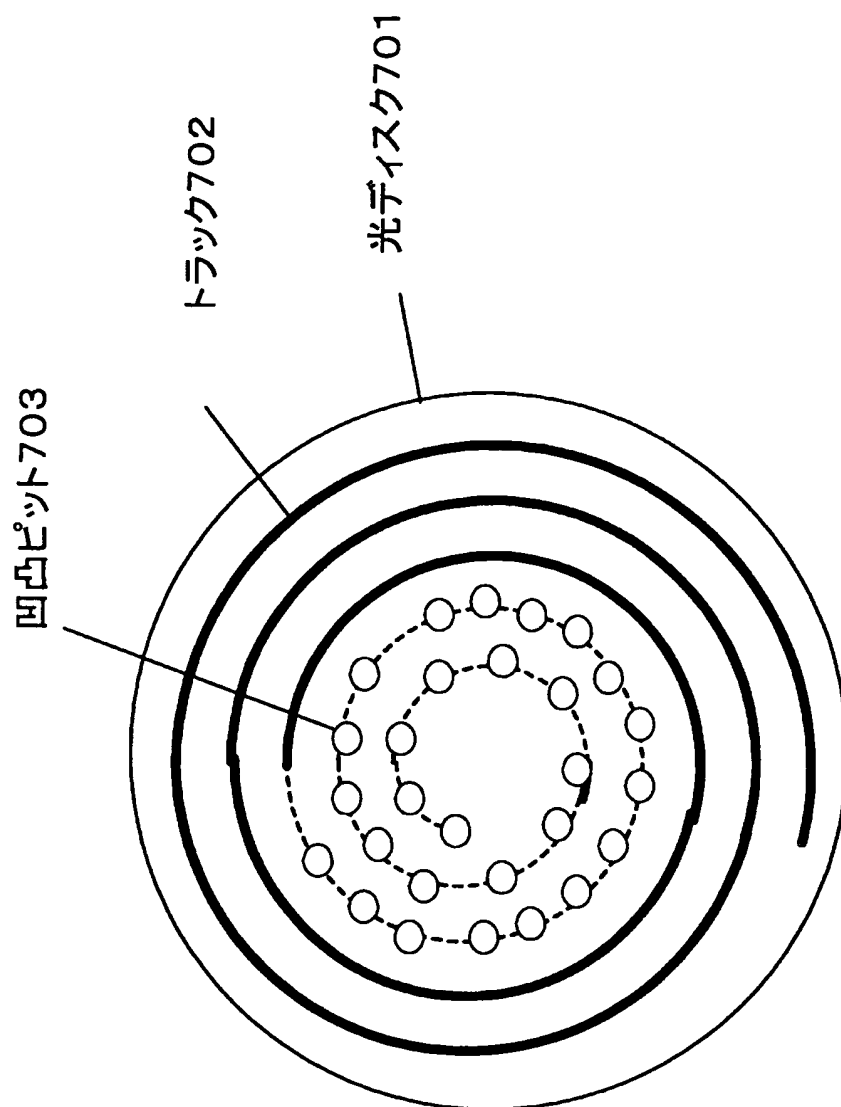
(b)  $|P_a - P_b| - P_{std}$  の分布の様子



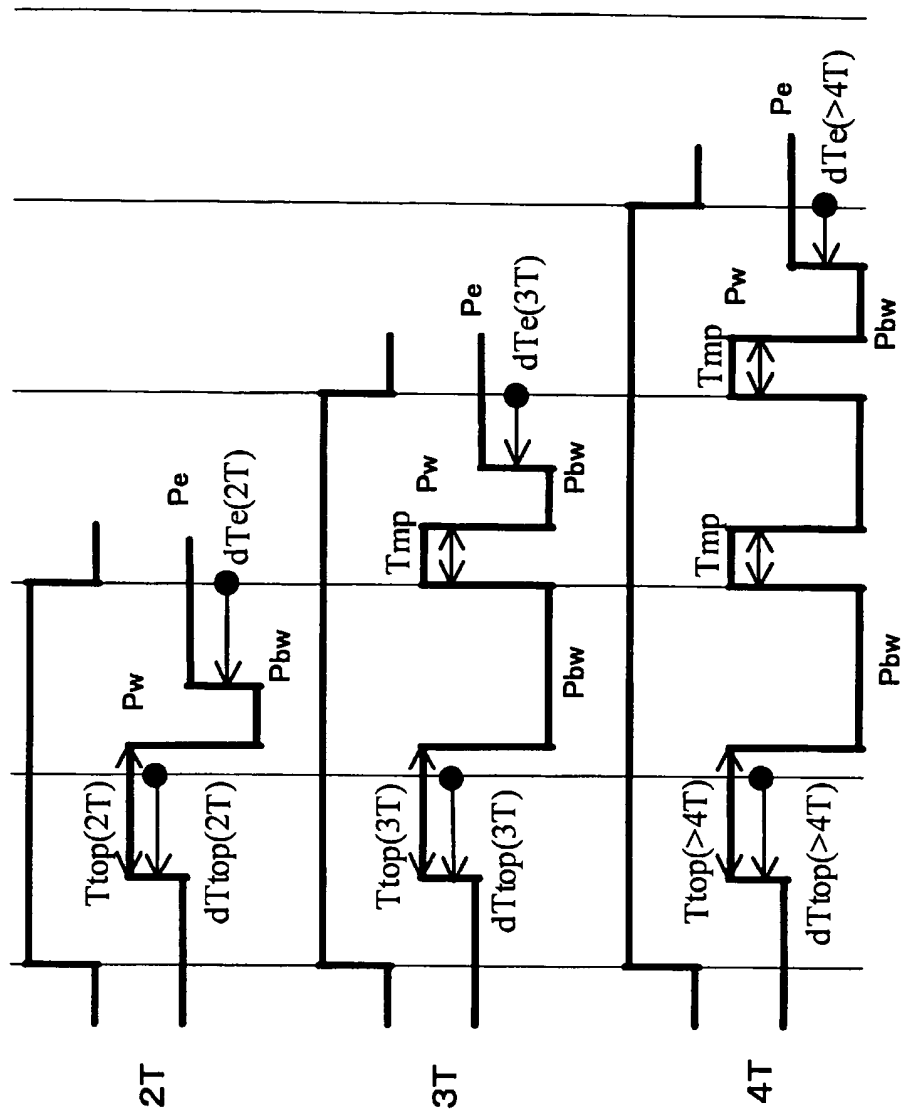
[図6]



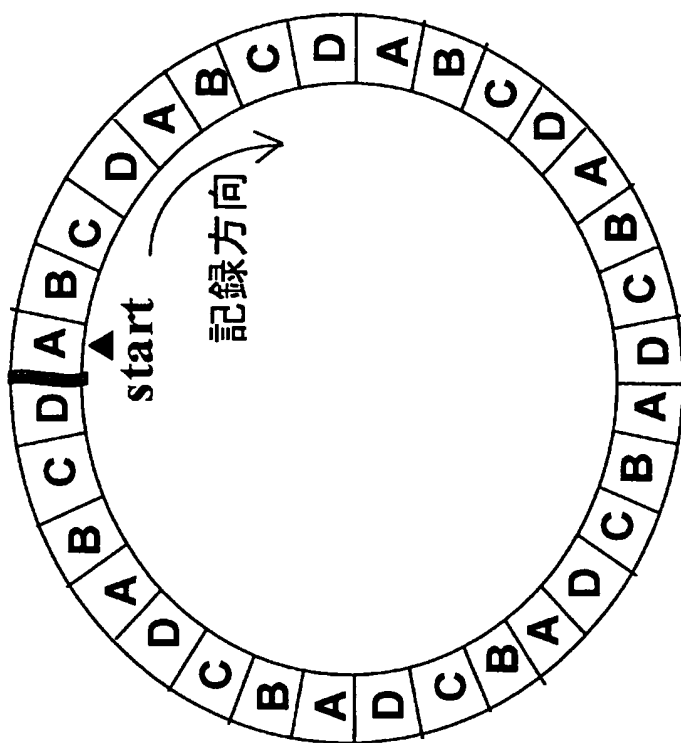
[図7]



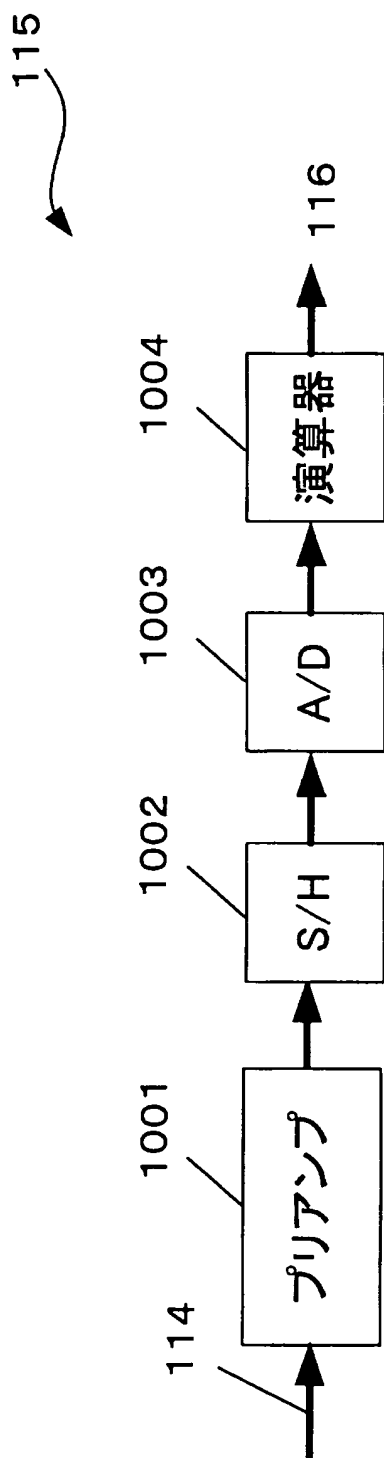
[図8]



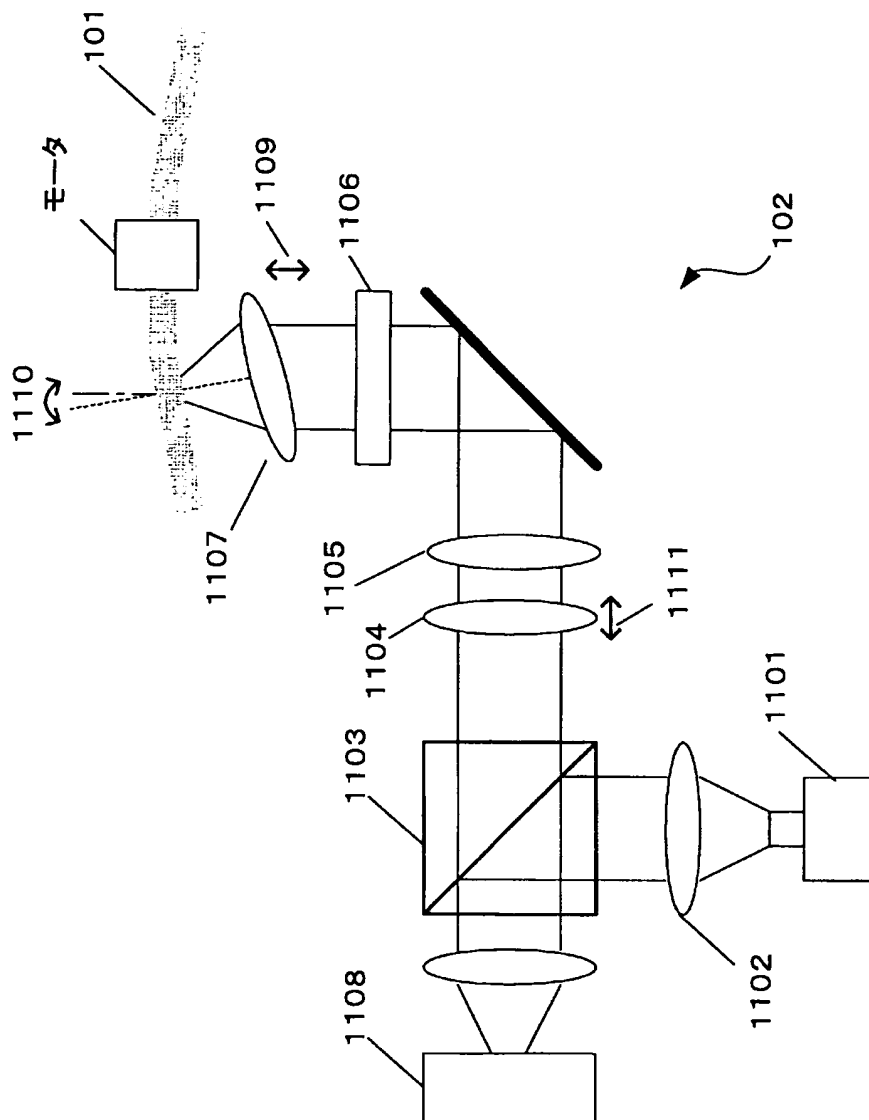
[図9]



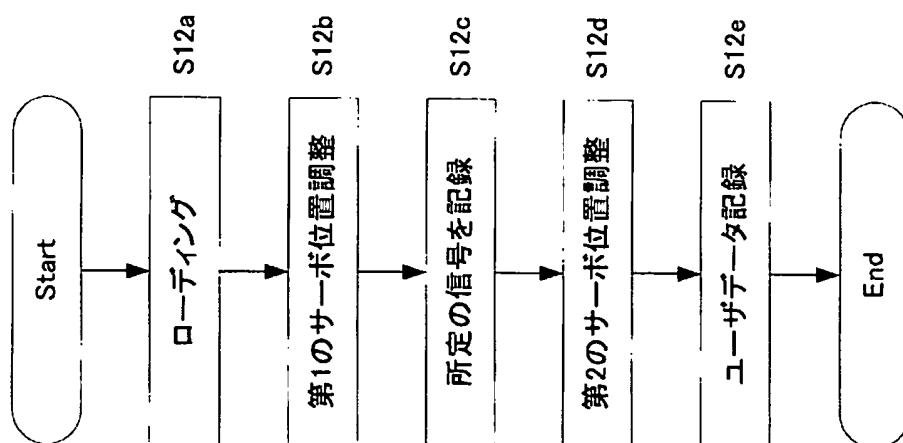
[図10]



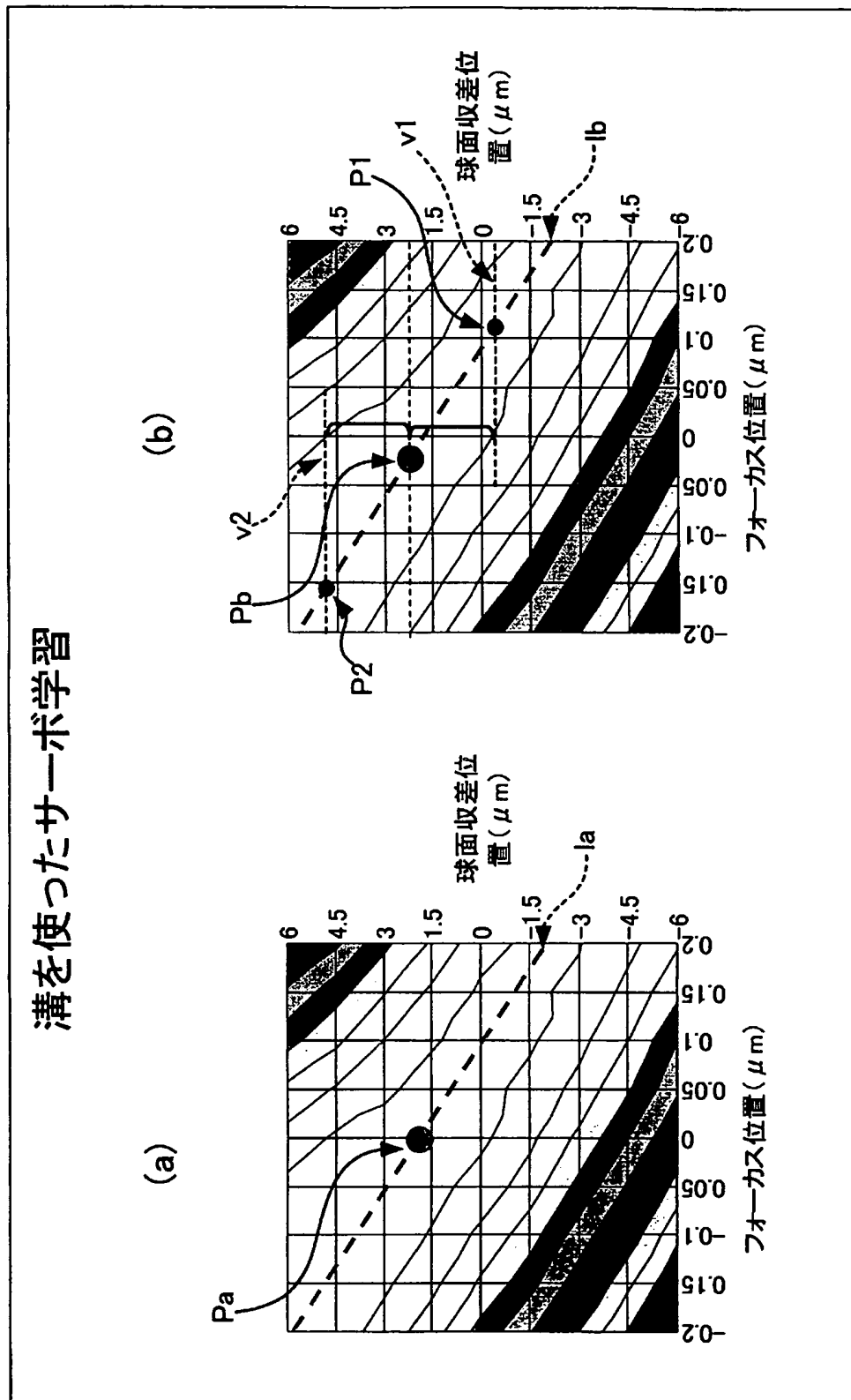
[図11]



[図12]



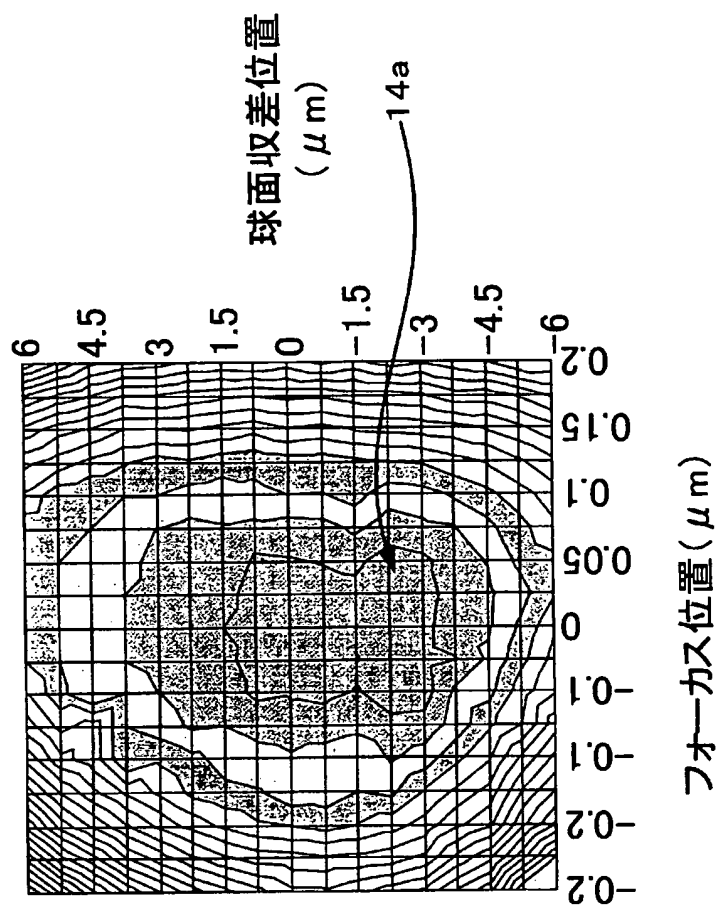
[図13]



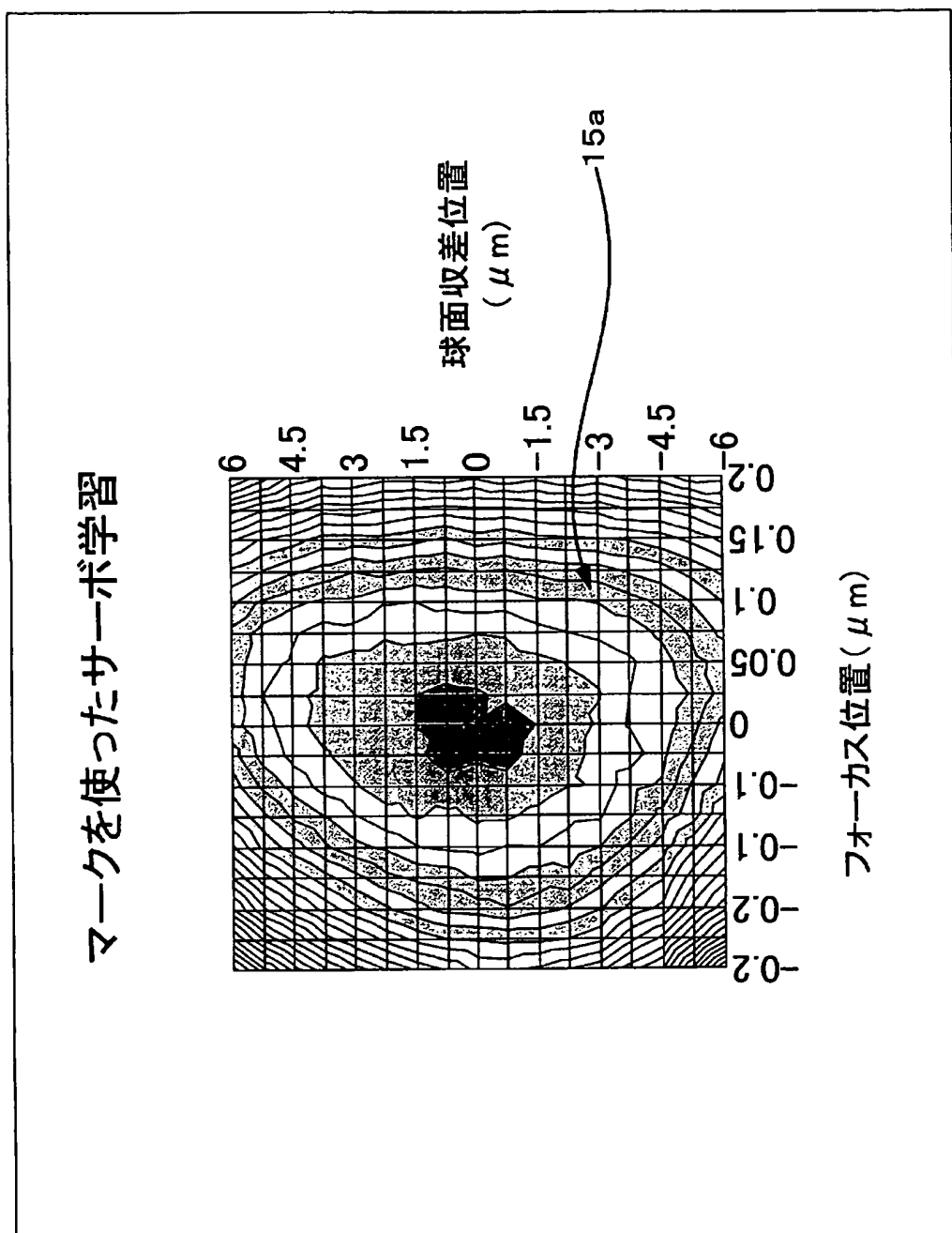


[図14]

溝を使ったサーボ学習がないときの、  
マークを使ったサーボ学習



[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/095, G11B7/125, G11B20/18, G11B7/0045

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/08-7/22, G11B20/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-141831 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 May, 1992 (15.05.92), Page 5, upper left column, line 12 to page 8, upper left column, line 20; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-9
Y	JP 7-201059 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 04 August, 1995 (04.08.95), Par. Nos. [0021] to [0058]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-9
Y	JP 8-7278 A (Hitachi, Ltd.), 12 January, 1996 (12.01.96), Par. Nos. [0017] to [0033]; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 March, 2005 (14.03.05)

Date of mailing of the international search report  
05 April, 2005 (05.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018345

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-141823 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 May, 2003 (16.05.03), Par. Nos. [0036] to [0176]; Figs. 1 to 20 & US 2003/67998 A1 & CN 1399265 A	4, 5
Y	JP 2003-233917 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 August, 2003 (22.08.03), Par. Nos. [0029] to [0107]; Figs. 1 to 14 & US 2003/107961 A1 & EP 1318507 A2 & CN 1423259 A	6
Y	JP 2000-331364 A (Sony Corp.), 30 November, 2000 (30.11.00), Par. Nos. [0001] to [0019]; Figs. 15, 16 (Family: none)	6
A	JP 6-84173 A (Hitachi, Ltd.), 25 March, 1994 (25.03.94), Par. Nos. [0001] to [0004]; Figs. 1 to 5 & US 5590111 A1 & US 5732061 A1	1-9
P, A	JP 2004-241080 A (Sony Corp.), 26 August, 2004 (26.08.04), Par. Nos. [0015] to [0131]; Figs. 1 to 18 (Family: none)	1-9

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/095, G11B7/125, G11B20/18, G11B7/0045

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/08-7/22, G11B20/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 4-141831 A (松下電器産業株式会社) 1992. 05. 15, 第5頁左上欄第12行-第8頁左上欄第2 0行, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-9
Y	J P 7-201059 A (日本ビクター株式会社) 1995. 08. 04, 段落【0021】-【0058】, 図1-5 (ファミリーなし)	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 03. 2005

国際調査報告の発送日

05. 4. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡邊 聡

5D

3242

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 8-7278 A (株式会社日立製作所) 1996. 01. 12, 段落【0017】-【0033】, 図1-9 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2003-141823 A (松下電器産業株式会社) 2003. 05. 16, 段落【0036】-【0176】, 図1-20 & US 2003/67998 A1 & CN 1399265 A	4, 5
Y	JP 2003-233917 A (松下電器産業株式会社) 2003. 08. 22, 段落【0029】-【0107】, 図1-14 & US 2003/107961 A1 & EP 1318507 A2 & CN 1423259 A	6
Y	JP 2000-331364 A (ソニー株式会社) 2000. 11. 30, 段落【0001】-【0019】, 図15, 16 (ファミリーなし)	6
A	JP 6-84173 A (株式会社日立製作所) 1994. 03. 25, 段落【0001】-【0014】, 図1-5 & US 5590111 A1 & US 5732 061 A1	1-9
PA	JP 2004-241080 A (ソニー株式会社) 2004. 08. 26, 段落【0015】-【0131】, 図1-18 (ファミリーなし)	1-9